

REALIDAD Y REFLEXIÓN

Reality and Reflection

27

Año 8, No. 27
Year 8, No. 27

San Salvador, El Salvador, Centroamérica
San Salvador, El Salvador, Central America

Revista Cuatrimestral
Quarterly Journal

Septiembre-Diciembre 2009
September - December 2009

Apuntes breves y maravillosos sobre el sol

Brief and marvelous notes about the sun

Jorge Barraza Ibarra
Investigador de la UFC

En este artículo el autor señala que desde tiempos remotos el hombre registraba el curso del sol y de la luna, así como las sucesiones de los días y las estaciones, sobre placas de hueso o sobre platos de guijarros, hasta llegar a las primeras formas de medir el tiempo basados en el sol, desde el reloj de sombra hasta el invento de la meridiana; posteriormente subraya la utilización de energías renovables y no renovables, los efectos del sol sobre el planeta, las necesidades de consumo energético de la población mundial y la posibilidad de utilizar la energía solar que llega hasta el planeta para producir toda la electricidad que necesitamos.

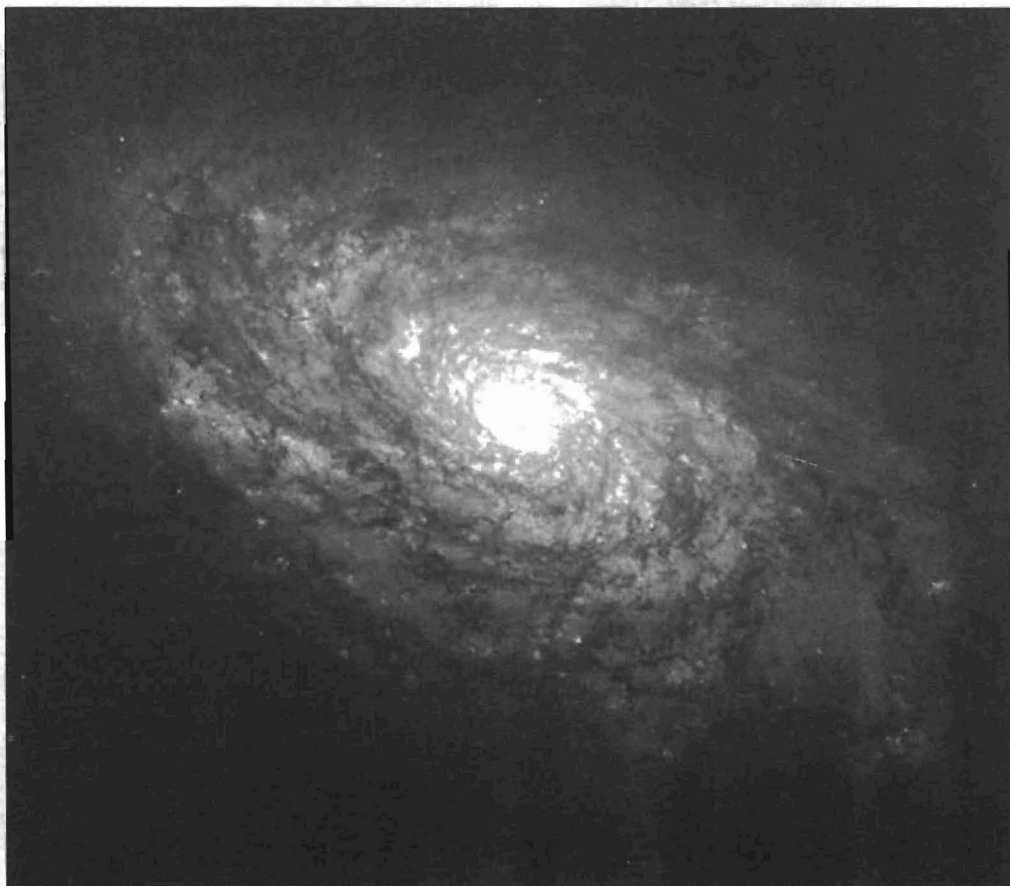
In this article the author points out that since remote times the ancient man registered the course of the sun and the moon, and the sequence of the days and the stations, on bones or pebbles plates, until they reached the first ways to measure time based in the sun, from the shadow clock to the invention of the meridian; the author underlines the use of renewable and non renewable energies, the effects of the sun over the earth, the needs of energetic consumption of the world population and the possibilities to use the solar energy that reaches our planet to produce the total amount of electricity needed in the world.

Hace aproximadamente treinta mil años, el hombre anotaba el curso del sol y de la luna, así como las sucesiones de los días y las estaciones, sobre placas de hueso o sobre platos de guijarros. Estos descubrimientos que arrojan nuevas luces en el lento camino del hombre hacia la civilización, se deben al investigador americano Alexander Marshack, investigador del Peabody Museum de la Universidad de Harvard.

Los resultados de esta investigación, pacientemente transcurrida durante un

lapso de diez años, se fundamentan en miles de objetos encontrados en excavaciones arqueológicas realizadas en toda Europa. Los primitivos calendarios de la humanidad se encuentran en las obras de arte del Paleolítico superior, treinta y seis mil años antes de Cristo. El hombre Cromagnon, nuestro más lejano ancestro, era consciente de la importancia del sol, y su papel de dispensador del calor y la vida.

Las primeras formas para medir el tiempo estaban basadas sobre observaciones del comportamiento de la sombra, que



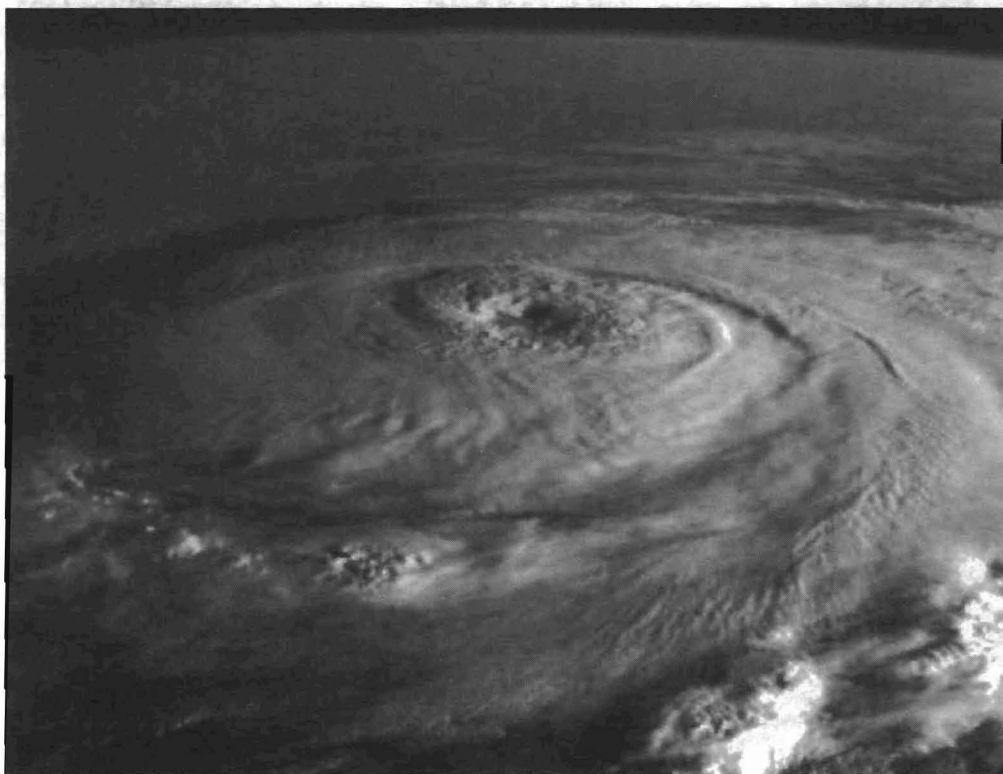
aumentaba o disminuía a medida que el sol atravesaba el cielo.

Se llegó así a identificar las diversas etapas de la jornada. Mas adelante, el hombre mejora este "reloj de sombra", en función de sus propias necesidades. La primera de esta mejoría ha sido atribuida a causas fortuitas y universales.

Un alto tronco de árbol, limpio de ramas exteriores, con su sombra móvil es capaz de permitir la medida del tiempo, en forma más o menos duradera. En busca de una mayor comodidad, el hombre inventó utilizar un palo, largo y recto, que podía ser llevado de un lugar a otro, siempre con el

mismo objetivo. En una segunda etapa, cuando se comenzó a sentir la necesidad de una mayor precisión, el hombre aprendió a dividir y marcar los círculos formados por la sombra en segmentos más pequeños, hasta llegar a inventar la meridiana.

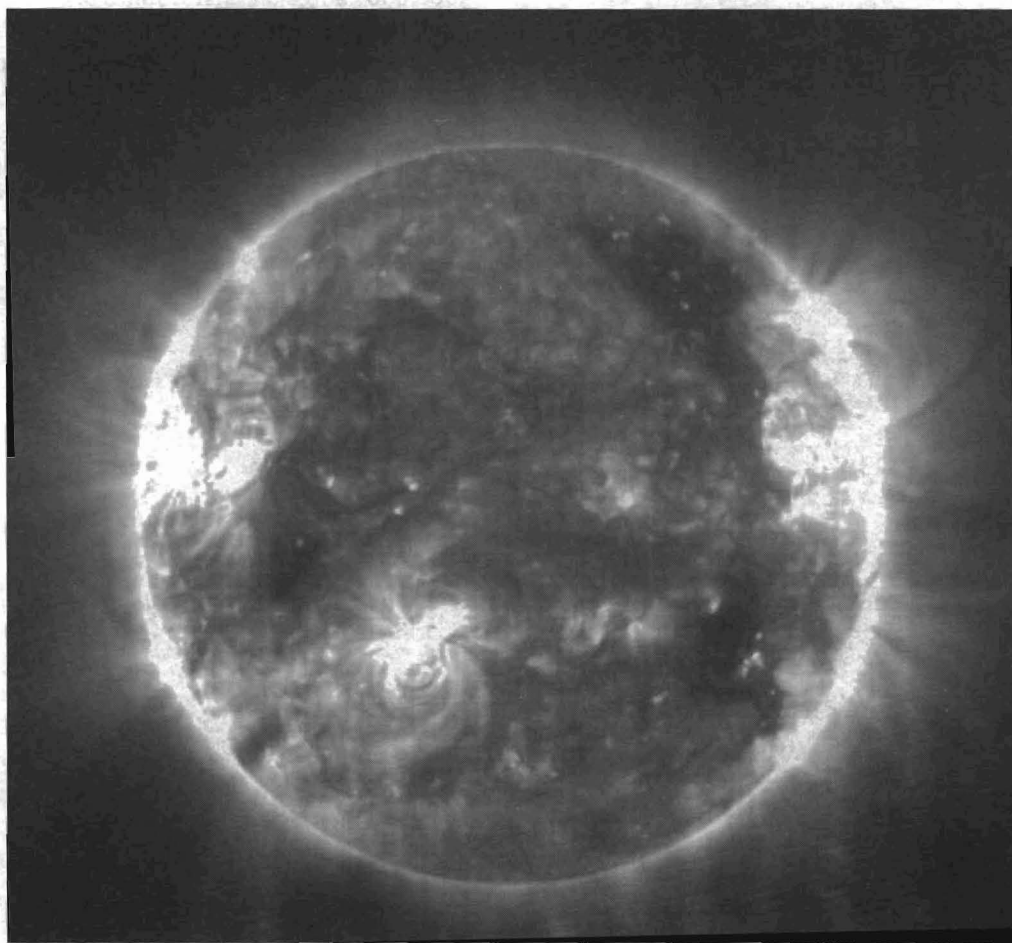
La capacidad racional para comprender la función del sol y sus efectos sobre la tierra, inicialmente está unida a referencias mágico-religiosas, que se reflejan en las poderosas construcciones megalíticas, levantadas durante el período Neolítico, 5000 años antes de Cristo. Junto al dolmen, grandes tumbas de piedra, fueron contruidos verdaderos templos con funciones de observatorios solares y



astronómicos; siendo el más famoso el de Stonenhenge, en Inglaterra. Los ejes del templo, la colocación de las piedras en particular correspondencia con la posición del sol en los equinoccios, la época del año en la cual la duración del día es exactamente igual a la de la noche; generalmente los días 21 de marzo y 22 de septiembre; así también con la posición de los solsticios, días que constituyen el inicio del verano y del invierno, que son a su vez, el más largo y el más corto del año, unidos a su vez a la disposición del altar central y la

misma disposición concéntrica de los enormes círculos megalíticos, no dejan lugar a dudas.

Una casta de sacerdotes, que eran el mismo tiempo brillantes científicos, contribuía con importantes conocimientos prácticos a los agricultores, navegantes y demás pobladores. Con toda esa sabiduría fueron erigidos gigantescos alineamientos de menhires en Carnac, en Bretaña: 13 filas paralelas a lo largo de varios kilómetros, divididos en tres grupos con casi tres mil



enormes piedras. En este caso, los alineamientos estaban orientados hacia el lugar donde el sol se levanta, hacia los equinoccios y los solsticios.

Siempre relacionadas con el sol, se encuentran algunas figuras geométricas grabadas en las placas de las tumbas megalíticas en Bretaña e Irlanda. En Newgrange, al norte de Dublín, en el valle del Boyne, en la gran tumba galería bajo túmulos circulares revestidos de piedras decoradas, el arqueólogo inglés Glyn Daniel ha reconocido en numerosas figuras en espiral y en círculos concéntricos, evidentes símbolos del sol, asociado al culto de los difuntos.

En las incisiones rupestres prehistóricas de Val Cámonica, en Lombardía, el disco solar aparece muchas veces.

De acuerdo con algunos arqueólogos, el sol es el elemento esencial en la composición monumental de los Camuni, en donde asume un rol prominente en el periodo arcaico, a menudo asociado a los animales, sobre todo a la cornamenta de los ciervos. El culto local se encontraba dividido entre la entidad celeste y las presas de la caza.

Agotada, aunque solamente en parte, las formas de magia primitiva inspiradas por el sol, encontramos el astro bajo formas de



divinidades masculinas o femeninas en el mundo mesopotámico y en las civilizaciones del vecino Oriente. En la Antigua Mesopotamia el sol era un dios justo que sabía disfrutar el ánimo de los hombres y castigar las acciones malvadas.

Pero fueron los antiguos egipcios de la quinta dinastía, los que colocaron el sol dentro del Panteón de sus divinidades, reconociéndole la prestigiosa función de dios nacional y supremo. Ra era llamado el dios solar, que procede del cielo en su barca, recibiendo la dedicación de numerosos templos con la característica de

un gran obelisco central, tomando como modelo el del santuario de Heliópolis.

Más tarde, el faraón Amenofis IV, marido de la bellísima Nefertiti, acentuó el culto exclusivo del disco del sol, llamado Atón, e impuso su adoración, haciendo destruir las imágenes de otras divinidades.

Más complejos fueron los otros atributos conferidos al astro por los antiguos griegos: el sol era ante todo, padre y primero entre los dioses, omnipotente y supremo. También los dioses en el Olimpo tenían necesidad de su luz y calor, y le hacían



sacrificios. Tenía el poder de dar la vista a los justos y castigar con la ceguera a los culpables; conceder sabiduría a los hombres, cuyas acciones las conocía en su totalidad.

El culto al sol se hace más solemne durante la época helenística: el sol había llegado a ser una divinidad provista de un alma inmortal, infinitamente poderosa y sabia, en este período, las imágenes de la divinidad eran asumidas por formas humanas.

Para los etruscos, las ciencias adivinatorias eran tenidas en la máxima consideración y comprendía la subdivisión del espacio celeste en cuatro partes, cuyos vértices

correspondían a los puntos cardinales. El sector oriental que veía el surgimiento y el tramontar del sol, era considerado beneficioso y poblado de divinidades terrestres y celestes, todas ellas positivas.

Para los romanos, el sol era venerado como una entidad en sí mismo o identificado con otras divinidades. Le fueron dedicados templos en los cuales se oraba tres veces al día, cambiando la dirección de la mirada: en la mañana, hacia el oriente; a mediodía hacia el sur, y en la tarde, hacia el occidente. El primer día de la semana, dedicado al sol, fue hecho festivo por el emperador Constantino, en todo el imperio.



Un día especial de consagración al dios sol había sido establecido el 25 de diciembre, sucesivo al solsticio de invierno, que fue llamado desde esa fecha " día natal del sol invencible ".

También otros pueblos adoraron al sol y le construyeron templos y cultos particulares. En la América Precolombina, los aztecas del antiguo México y los incas del Perú fueron fieles adoradores del sol.

El gran templo piramidal de la capital azteca: Tenochitlan, poseía sobre una



plataforma, la piedra del sol, consistente en un monolito basáltico circular, esculpido de figuras y jeroglíficos. Al centro, aparece la máscara sufriente del dios sol, Tonatiuh, siempre sediento de sangre humana. Las figuras a su alrededor representan todos los movimientos del astro durante 18 meses de 20 días cada uno, así como una compleja información astronómica capaz de prever la verificación de los eclipses, particularmente temidos. Según los aztecas, el sol era escoltado hacia el cenit por las almas de los guerreros; acompañadas también por las almas de las mujeres valerosas, muertas en guerra o en el primer parto.

En el Perú, la dinastía de los Incas era considerada descendientes del sol, y por ello el culto oficial del Estado estaba unido al astro celeste. En todo el imperio incaico fueron alzados templos al sol; pero el único vestigio se encuentra en Vilcas-Huamán, al sudoeste de la antigua capital del Cuzco.

La describen de tipo piramidal, con una sola puerta y una escalinata interna de 33 gradas. En la cúspide una silla de piedra, y también una sombra de oro, que acogía al Inca durante las ceremonias religiosas dedicadas al astro.

En Machu-Pichu, el famoso centro ceremonial incaico construido en la cima de la cumbre andina, se erguía también un monumento monolítico al sol.

Todas las inscripciones rupestres que desde las laderas de los Andes se vuelcan dentro de la selva amazónica, descubiertas por recientes expediciones, tienen al sol como símbolo predominante.

La puerta del Sol de Tiahuanaco, en Bolivia, presenta un diseño geométrico con personajes centrales enmascarados, de ojos redondos y fijos, acaso imagen del místico creador solar del universo. Pero según el arqueólogo chileno José Imbelloni, se trata de simples decoraciones simbólicas y el nombre dado al monumento es arbitrario.

Se discute por otra parte, si son monumentos singulares o solamente decoraciones; sin embargo los científicos están de acuerdo que constituyen la tecnología de los antiguos instrumentos empleados por el hombre para medir el tiempo y el curso del sol.

Con el desarrollo de la civilización, el hombre continuó perfeccionando su primitivo reloj de sombra, cuyo principio era prácticamente el mismo de los primeros tiempos: un asta rígida, que proyecta una sombra sobre una superficie plana que previamente ha sido dividida por segmentos. Posteriormente la división de la superficie atendió la verdadera y propia subdivisión del tiempo de la meridiana,

El primer reloj práctico de sombra fue inventado por los egipcios, usados desde los siglos X al VIII antes de Cristo. Consistía en una base de piedra con incisiones a los lados, representando la escala del tiempo; escala sobre la que caía la sombra dejada por el sol que, a través de un sistema de proyecciones geométricas, ofrecía las indicaciones del tiempo.

Por su parte, la meridiana ha sido un instrumento universal de medición del tiempo; y en efecto, se encuentra en la mayor parte de las civilizaciones. Era usada en China, en diversas formas, por lo menos desde el primer siglo antes de Cristo.

Se conoce la existencia de una piedra de meridiana ecuatorial del siglo III antes de Cristo, con periodos subdivididos, no en horas según el sistema clásico, sino que en 100 partes iguales correspondientes cada una en 14 minutos. El arte de la meridiana parece desaparecer al final del siglo XII, un ejemplar en uso bajo la dinastía Yuan y Ming en China, entre el 1206 y el 1644, estaba formado de un nomon fijo, apuntando sobre la estrella polar, y de otro, móvil, que podía ser colocado en varias posiciones. El tiempo venía indicado por la coincidencia en la sombra de ambos.

Los chinos crearon también meridianas monumentales, en piedras grabadas, referenciadas al plano ecuatorial. Eran meridianas con dos caras, cuya superficie superior era usada en los meses estivos, y la inferior en el invierno, cuando el sol estaba bajo el ecuador. La sombra del sol no aparecía en ninguna de las dos caras durante el equinoccio. Estos instrumentos eran puestos sobre pedestales, a la altura del ojo humano, y frente a los más importantes edificios públicos. Las meridianas eran de uso común en Japón y Corea, al final del periodo de la dinastía china Han. Estos meridianos chinos fueron copiados en Japón y Corea con algunas modificaciones; así como lo fueron las meridianas occidentales, introducidas en Europa a partir del siglo XVII.

¿Pero quién invento las horas? Regresamos al Mediterráneo y recordemos que en la Grecia de Homero, el día estaba dividido en tres partes: del alba al mediodía, el mediodía y la tarde hasta la noche. La introducción del nomon hace posible la división del día en partes más pequeñas, pero no se hablaba todavía de subdivisión en horas. Según la tradición cuando la sombra tenía una cierta longitud, era la hora del baño; cuando la longitud era el doble, era entonces la hora de la cena. Subdivisiones más precisas se iniciaron con la observación del mediodía exacto y con la división de la jornada en cuartos. Todavía con los romanos, se continuaba usando la división en cuartos, diferenciando las horas tercera, sexta y nona.

Según Herodoto, los griegos aprendieron el uso de la meridiana de los babilonios del VI siglo antes de Cristo, y de ellos viene la

costumbre de dividir la jornada en doce partes. Mas tarde, los griegos mejoraron el reloj solar en varias formas. El primero fue un reloj constituido de una cavidad hemisférica en cuyo fondo era fijado el nomon. La sombra describía un círculo en la superficie interna; círculo que variaba según las estaciones, luego esto se distribuía en doce horas para cada una de las cuatro estaciones, distribuidos en signos en una línea de las horas.

En el siglo II antes de Cristo, los griegos mejoraron ulteriormente la meridiana. En el mismo periodo, Claudio Ptolomeo, el matemático y astrónomo de Alejandría, escribe un tratado sobre el modo de construir una meridiana, calculándola sobre bases trigonométricas. Recientes estudios hechos por Sharon Gibbs, de la Universidad de Yale, han demostrado que la meridiana griega construida antes de la era cristiana, habían sido hechos para seguir el camino anual del sol, más que su movimiento diurno. Las construidas después de Cristo eran en su mayor parte, orientadas a seguir el movimiento solar cotidiano. Los romanos aprendieron de los griegos, el conocimiento y uso de la meridiana.

Antes que se desarrollara el uso de las meridianas, había un heraldo que anunciaba el mediodía en el Foro de Roma; y la hora se calculaba por la incidencia de una cierta sombra en un determinado lugar del Foro. Por razones militares, los romanos dividieron el día y la noche en cuatro partes, habiéndolas calculado sobre la base de observaciones del sol y las estrellas.

El "accensus", el observador oficial de centinela en el Palacio del Senado,

esperaba el primer aparecimiento del sol sobre ciertas columnas, y anunciaba públicamente el mediodía. De la misma forma, según Plinio, observaba también la puesta del sol y anunciaba el tramonte. Plinio atribuye la introducción de la meridiana en Roma al Cónsul L. Papirio Cursore, que había hecho instalar una en la cima del templo de Quirinio. Dicho autor agrega que una meridiana, de probable origen griego, encontrada en Catania después de la conquista por parte de Roma, en el 261 antes de Cristo, fue llevada a Roma por el Cónsul Valerio Messala e instalada sobre una columna vecina a las de Rostri, pero habiendo estado construida para la latitud de Catania, en su nueva colocación se demostró un tanto imprecisa.

La primera meridiana construida para la latitud de Roma, se dice que fue instalada por el censor Mario Filippi en el 150 antes de Cristo; aunque ya estaban en funciones otras meridianas más toscas, según relata una poesía de Plauto. Una interesante innovación se produce en el uso de un obelisco egipcio construido por el Faraón Psammático II (549-589 A.C.), en Heliópolis. Fue transportado a Roma por el emperador Augusto y colocado en el Campo Marzio, y transformado en nomon para una meridiana con indicaciones de las horas y los vientos, grabados en el pavimento. Arruinado por las invasiones y sepultado por las ruinas de los siglos, fue desenterrado y restaurado por encomienda de Pío VI (1775 - 1799), levantado en el centro de la Plaza de Montecitorio, donde se encuentra actualmente.

En el momento que se consideraba siempre más necesaria una detallada división de la

jornada, aparece que los romanos habían recurrido a un método utilizado por los egipcios; que dividían la jornada en doce partes, cuya longitud variaba según las estaciones y que pasó a la historia como "el sistema romano". Con la caída del Imperio Romano y el final de la civilización bizantina, los estudiosos se desplazaron a Persia y Siria, llevando consigo sus conocimientos helenísticos.

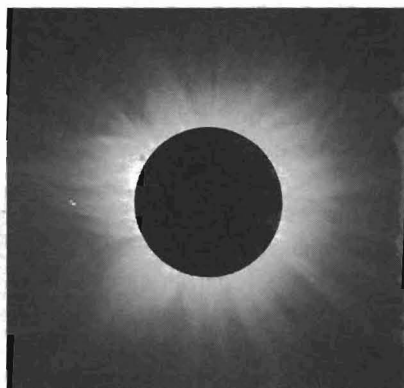
La meridiana fue adoptada por los árabes, que descubrieron otros dos usos del instrumento, además de aquel de leer el tiempo. En las franjas verticales sobre los muros de los patios de la mezquita estaban indicadas las horas de oración. Los árabes consiguieron construir pequeñas meridianas portátiles, llamadas kibla, que oportunamente orientadas indicaban el azimut de la kibla, la dirección de la Meca y de la kaaba (la piedra sagrada), en cualquier parte del mundo en que se encuentre el poseedor de tal instrumento.

Las guerras y las invasiones que desbastaron Europa entre el IV y el VI siglo, produjeron una sacudida de la economía y con esto el interés por la lectura del tiempo comenzó a disminuir. La Iglesia Cristiana continuó sirviéndose del meridiano para determinar la hora de la oración.

Una clase de meridiana, característica de Inglaterra, fue la meridiana "araña", conocida en el siglo VII. Consistía en un plano vertical, en el cual las líneas de las horas se irradiaban del centro, donde un nomon horizontal proyectaba la sombra del sol sobre la línea correspondiente a la hora del día. Esta sombra dividía las horas de luz en intervalos correspondientes, más o

menos semejantes a las cuatro "maree" usadas por los sajones para la subdivisión del tiempo.

La meridiana fue reintroducida en Europa en el medioevo, gracias a la traducción de textos árabes; continuando de ahí su tradición a través del Renacimiento y la Reforma. Ha sido producida en innumerables ejemplares, tanto para uso científico como domestico, hasta los tiempos modernos.



El puntal o "meridiana del pastor", es una de las primeras formas de meridiana portátil, construida generalmente en madera, y algunas veces en marfil, consiste en una columna cilíndrica sobre la que han sido labradas las líneas de las horas. En una extremidad está fijado un nomon replegable, de latón y una escala graduada que hace de calendario. La meridiana viene suspendida en un dedo, y el nomon, que debe proyectar la sombra, esta vuelto hacia el sol. La extremidad de la sombra cae sobre la columna e indica la hora. Este tipo de meridiana fue usado comúnmente en Europa, sobre todo en el campo, al inicio del siglo XX.

Con el progreso de la tecnología de los relojes, ya fueran de pared o de pulso; y con su enorme difusión en el mercado, la meridiana cae en desuso y permanece como un elemento decorativo, en su forma horizontal, en jardines y parques públicos.

Sin embargo, de cuando en vez se fabrican algunas nuevas formas de meridianas para objetivos particulares. Un ejemplo, muy interesante, es el inventado por Jean Baptiste Rousseau, ingeniero francés; que consiste en la llamada meridiana "cannone", erigida en los jardines del Palacio Real de París, en donde funciona. Varias reproducciones han sido hechas en tiempos recientes, por artesanos franceses y de otros países europeos.

Otro ejemplo es el del heliocronómetro, inventado al final del siglo XX, expuesto en muchas estaciones ferroviarias francesas y suizas, para permitir a los viajeros regular sus propios relojes mecánicos. Y es bastante curioso que, no obstante los progresos de la técnica, hasta hace poco el sol había ofrecido un instrumento para corregir los errores de los relojes mecánicos.

Dispensador de vida y de luz, perfecto instrumento para la regulación de la actividad cotidiana, inspiración de los artistas, el sol verdaderamente merece la admiración que ha recibido siempre. Se ha comprobado que el sol funciona con un extraordinario proceso de fusión nuclear, que libera energía de cantidad difícilmente comprensible al referirlo a la escala humana; en un segundo libera una energía tal, que todas las centrales termoeléctricas de los países industrializados como Francia,

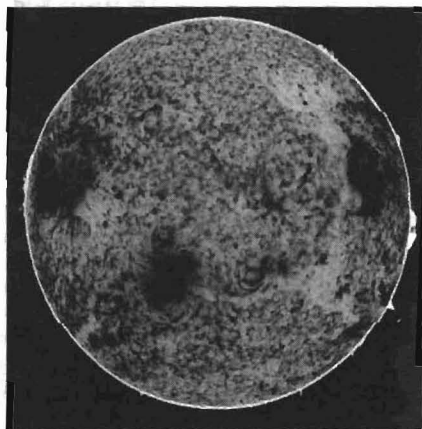
Italia y Alemania, emplearían 300 millones de años en producir. De toda esta energía, la tierra recibe una pequeñísima fracción; pero así como es de mínima la energía emitida por el sol que la tierra recibe, es muchísima con respecto al consumo de los seres humanos.

Todos los millones de seres humanos que habitan actualmente nuestro planeta, utilizan cada año, del subsuelo, cerca de 300 millones de toneladas de carbón, otras tantas de petróleo y cerca de 100 millones de toneladas de gas natural. De la combustión de todos estos materiales se liberan cada año aproximadamente 300 EJ, y por consiguiente, más de quince mil veces mayor que la que se utiliza para hacer funcionar las máquinas, producir los bienes y calentar las casas del mundo. Algunos cálculos estiman que se requeriría obtener 120,000 millones de toneladas de petróleo para obtener esta energía.

Una parte de la energía solar viene reflejada de la atmósfera, y el resto, aproximadamente 3.500,000 EJ al año, arriban sobre la superficie del planeta, sus mares y sus continentes, después de haber atravesado la atmósfera. En las varias estaciones del año, la intensidad de la radiación solar que alcanza las diversas partes de la Tierra es muy diferente, y este desigual calentamiento de la atmósfera y de la superficie terrestre provoca la formación de los vientos y el ciclo del agua. La radiación solar es el gran motor de todo cuanto sucede en la Tierra y de todas las formas de vida. Ello se debe no solamente a la gran cantidad de energía irradiada del sol, sino también del tipo, es decir de "la calidad" de la energía que arriba sobre la Tierra.

La energía del sol tiene en movimiento, a través de la atmósfera, cada año, 40,000 millones de metros cúbicos de agua que se evaporan de los océanos y de los continentes, para volver a caer, lejos, bajo la forma de lluvias, sobre la superficie de los mares y de las tierras emergidas en la superficie del planeta. 100,000 millones de metros cúbicos de esta agua corren sobre la superficie de los continentes y regresan al mar; suministrando agua a los seres humanos, as también energía hídrica e hidroeléctrica. La energía del sol, calentando diversamente las varias partes de la atmósfera y de la superficie de la tierra, pone en movimiento grandes masas de aire que originan los vientos, y en consecuencia, el movimiento ondular.

Es así como se fabrica cada año, a través de la fotosíntesis clorofílica, sobre la superficie de los continentes, en los mares y océanos, cerca de 500 millones de toneladas de sustancias orgánicas, equivalentes en contenido energético a cerca de 2,000 EJ. al año. En esta forma se producen, desde hace 300 millones de años, las sustancias orgánicas que son transformadas, en



periodos que comprenden millares de siglos, en combustibles fósiles, carbón, petróleo, gas natural, que constituyen la casi totalidad de las fuentes energéticas utilizadas actualmente y de las que existen reservas que ascienden a aproximadamente 300,000 EJ.

El ciclo natural del agua es una de las más importantes consecuencias de la energía solar. La tierra tiene una superficie de casi 510 millones de kilómetros cuadrados; de los cuales, dos tercios, que significan aproximadamente 360 millones de kilómetros cuadrados, están cubiertos de agua. La cantidad total de agua existente sobre la Tierra se estima en 1400 millones de millones de metros cúbicos; la mayor parte depositada en los océanos.

El agua sobre la Tierra esta en continuo movimiento; calentada por la energía solar, el agua se evapora de la superficie de los océanos, mares, lagos y ríos; también se evapora una parte del agua que se encuentra en los estratos superficiales del terreno y parte de la que se encuentra en las hojas, los vegetales y los animales: el fenómeno en este caso se llama evapotranspiración. En el proceso de evaporación, el agua se sustrae del agua del ambiente, del aire, del terreno, de la superficie de las hojas, produciendo una gran cantidad de calor; la misma cantidad de calor que el vapor acúeo restituye en el momento de la condensación.

El agua que se evapora se mezcla, en ese estado, con el gas de la atmósfera; y el vapor acuoso tiende a ubicarse en los estratos de la atmósfera. Cuando el aire, rico de humedad encuentra las zonas frías,

en las altas montañas; la cantidad de vapor acuoso contenido en la atmósfera resulta superior a la máxima que el aire puede contener. El agua en exceso se separa, condensándose al estado líquido como nubes o como lluvia, y al estado sólido, como nieve o granizo.

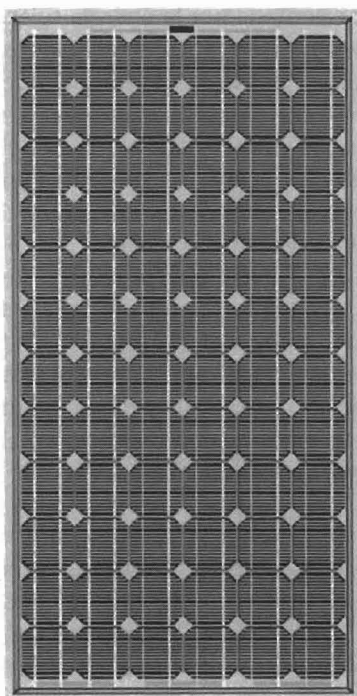
En las fases de condensación, el agua restituye el calor absorbido en la evaporación; pero lo restituye en zonas lejanas de la superficie terrestre de donde fue evaporada. La energía solar, gracias al ciclo del agua, ejerce la función de termorregulación del planeta entero, refrescando las zonas cálidas y transfiriendo el calor a las zonas más frías.

Las cantidades de energía en juego son muy grandes; cada año cerca de 400,000 millones de metros cúbicos de agua se

evaporan y condensan; sobre la tierra emergida caen cada año 10,000 millones de metros cúbicos de agua, que a su vez, se evaporan en parte. Casi 35,000 millones de metros cúbicos representa la cantidad anual aportada por los ríos, que es volcada en los mares. Este movimiento del agua sobre la superficie de la tierra está asociada a una gran cantidad de energía, y esta agua en continuo movimiento, se convierte en energía potencialmente disponible para los seres humanos.

De los 3,500,000 EJ de energía solar que cada año alcanzan la superficie del planeta, un tercio de ella está incorporado en el proceso de evaporación y condensación del agua sobre el planeta. Y es esta, en efecto, la energía necesaria para hacer evaporar el agua y la energía que la misma agua restituye condensando. Pero no cabe duda que una gota de agua que se evapora y retorna al suelo, se convierte en una cierta cantidad de energía mecánica, que se manifiesta en varias formas. Cuando el agua llega a la superficie de la Tierra, descarga su energía mecánica ejercitando una acción de disgregación y erosión sobre las rocas superficiales; de las partes de las rocas y la tierra, una parte se disuelve y otra es transportada, a grandes distancias, al fondo de los valles.

En estos fenómenos, directa consecuencia de la energía del sol, se vienen verificando desde que la primera gota de agua líquida cayó, hace 4 mil millones de años, sobre la superficie de la tierra primitiva. Todas las grandes llanuras aluviales, las partes más fértiles de nuestra tierra; aquellas que han atraído los principales asentamientos humanos, se han formado como resultado



de la acción erosiva del agua que ha tenido lugar en el curso de millones de años.

Si el agua cae sobre un terreno desnudo, esto es, sobre un terreno que ha tenido súbitamente una grave deforestación o ha estado sujeto a incendios, o que ha estado cultivado muy intensivamente, la acción erosiva de la lluvia tiene un efecto negativo. Transporta rápidamente a los valles las sustancias orgánicas y las partículas arcillosas, y deja un terreno empobrecido de sustancias nutritivas, erosionado y sujeto a mayores desprendimientos. Por otra parte, el rápido transporte a los valles de los productos de la erosión rellena los cauces de los ríos y provoca sus inundaciones, apenas cae un poco de lluvia intensa.

El sol desde sus orígenes, tuvo efectos positivos, por ejemplo la creación de llanuras fértiles; y negativos, como la erosión del suelo, asociados al movimiento del agua sobre la tierra visible del planeta.

El sol pone a disposición de la humanidad una grandísima reserva de energía hídrica; desdichadamente los grandes ríos y las grandes montañas están en zonas deshabitadas, como las zonas tropicales y ecuatoriales, Groenlandia y Asia Central. Es posible que un día, estas zonas atraigan industrias y ciudades, ofreciendo energía limpia y prácticamente interminable.

Otra de las maravillosas manifestaciones del sol, la más sorprendente de todas, está constituida por su capacidad de transformar algún gas en materia sólida, combustible en las células verdes. En un establecimiento químico, que produce por ejemplo, amoníaco sintético o materias

primas plásticas, se introducen las materias primas y con la cooperación de la energía, se obtienen los productos finales. En torno a nosotros, millares de millares de microscópicos establecimientos químicos, con una generosidad increíble, producen sustancias combustibles bajo nuestros ojos, en los jardines, en los campos y en las macetas sobre las terrazas. Las materias primas, gratuitas, son el anhídrido carbónico presente en la atmósfera, a razón de 450 milímetros cúbicos por cada metro cúbico de aire, y el agua que las células contienen en su interior.

La célula de las plantas está dotada de un especial material químico, llamado clorofila, de color verde, que sin estar involucrando directamente en la reacción de síntesis; consiente a la energía solar para combinar el anhídrido carbónico y el agua, con formación de combustible sólido y liberación de oxígeno, al mismo tiempo.

No obstante la apariencia contraria, de la fotosíntesis vegetal, provocada por la luz en juego; es decir, de la radiación luminosa solar, tenemos nociones muy limitadas. Conocemos el consumo de energía; tenemos alguna idea de las reacciones químicas, que varían de planta a planta; y que llevan a la formación de las moléculas orgánicas, azúcar, almidones, proteínas, celulosa; es decir, la materia o biomasa vegetal.

Bajo nuestros ojos, las plantas aumentan de peso algunos gramos al día y hectáreas de bosques, aumentan de peso en el periodo de un año, por varias toneladas. La fotosíntesis clorofílica fabrica biomasa en razón de 5000 millones de toneladas al año, no solamente sobre la tierra, sino también

en los ríos, mares y océanos. Esta extraordinaria función de la energía del sol, debe haber sorprendido a los ecólogos del siglo pasado, que asignaron a los organismos vegetales, el nombre de "organismos productores", tomado en préstamo de las fábricas y de la economía.

Los animales y nosotros mismos, los orgullosos habitantes del planeta Tierra, dependemos de los vegetales para nuestra vida y hemos sido clasificados por los ecólogos, también con otro término prestado de la economía: "organismos de consumo". Los seres humanos, juntamente con todos los animales, pueden sobrevivir nutriéndose de una fracción del sol, aprisionada en las plantas.

Si solamente tuviéramos una idea de cómo funcionan verdaderamente los vegetales; si nosotros nos decidiéramos a copiar el mecanismo de la fotosíntesis, tendríamos a nuestra disposición una fuente alimenticia de energía. La sugerencia es tan importante, que prestigiosos científicos están dedicados al estudio de estas maravillas. Entre ellos, Melvin Calvin, ha obtenido un Premio Nobel por sus contribuciones al conocimiento de la síntesis clorofílica.

Recientemente, en el desierto de Nevada, en los Estados Unidos de América, una compañía española de nombre Acciona, ha construido una planta eléctrica alimentada por la luz del sol, de 100 hectáreas de espejos, levemente curvados y alineados en largos canales. Se trata de 182,000 espejos que siguen la trayectoria del sol. Se llama Nevada Solar One, una gran planta que inició sus actividades en el año 2007. Hoy en

día, la necesidad eléctrica total del planeta se estima en aproximadamente 16 teravatios, (un teravatio equivale a un billón de vatios), y se espera que para el año 2020 esta demanda pueda llegar a 20 teravatios. Pero según los científicos, la luz del sol en la parte sólida de la Tierra equivale a unos 120,000 teravatios, lo que significa que las posibilidades de la energía solar son verdaderamente ilimitadas.

En los años posteriores a 1976, los esfuerzos por el uso de la energía solar pierden fuerza en la medida que la economía se adecuaba al impacto petrolero de Irán, y una disminución de los precios del petróleo daban a las economías occidentales una falsa sensación de seguridad. Dos décadas más tarde, la inestabilidad y los conflictos de las zonas petroleras del mundo, han hecho comprender que no es posible confiar el futuro desarrollo de la civilización en un recurso, cada vez más caro y no renovable. En este sentido, la energía solar vuelve a adquirir importancia en los laboratorios científicos y en las esperanzas de los habitantes del planeta.

Nuestro sol, dador de luz y vida, fuente de inspiración de profetas y poetas, el mágico astro venerado por los más antiguos textos religiosos, cuyas proezas son también cantadas en las narraciones de la mitología griega y romana, es aún un misterio pese a la proliferación de estudios científicos hechos para conocerlo y entenderlo. Pero cada día, la luz solar nos baña y nos inunda de más energía de la que necesitamos. Está ahí, disponible en la medida que el ingenio humano pueda canalizarla para beneficio de nuestra actual y futura civilización.